

浅耕栽培で小麦高品質化をねらう

前作稲わらの影響を考慮した石灰窒素の施肥技術

三重県農業研究所循環機能開発研究課

主幹研究員 出岡裕哉

播種直前の稲わらすき込みをめぐる

三重県における平成20年度の麦作付面積は5,670haで、前年に比べて290ha増加した。作付品種は、これまで主流であった「農林61号」が減少する一方、「あやひかり」「ニシノカオリ」「タマイズミ」が面積を増やしている。「あやひかり」は、「農林61号」に比べて耐倒伏性が強く多収をめざせる品種であり、硬質小麦の「ニシノカオリ」「タマイズミ」は、出穂以降の追肥で高タンパク化することが品質向上のために必要とされる。

一方、小麦の作付が大規模な担い手農家を中心として行われるようになってきたなかで、労力・コストといった面から前作稲わらの早期すき込み作業を省略し、播種直前にすき込む場面が増えている。これにより、腐熟の不十分な稲わらが小麦作の直前に還元されることになり、小麦のための基肥窒素が稲わらの分解によって取り込まれることが想定される。

また、小麦の浅耕栽培は、出芽の安定化、省力化や作業性の向上に有効であり、適期管理や適期収穫による収穫物の高品質化に貢献できることなどから普及しつつあるが、普通耕栽培に比べて根域が浅く、生育量が抑制される傾向にある。そこで、播種直前にすき込まれる稲わらの窒素取込量と小麦の生育収量などへの影響を検討する必要がある。また、窒素肥効が長いとされる石灰窒素の土壌中での残存効果と、石灰窒素を利用した窒素増施効果についても検討した。

根域が浅いと生育量が低下する

細粒灰色低地土の現地圃場に「あやひかり」を用い、収穫期に図-1のように土壌をブロックとして分割して採取し、根量を調査した。その結果、浅耕栽培と普通耕栽培では、合計の根量は同程度であるが、浅耕栽培の根量は、深さ0~5cmの表層部分で70%と普通耕栽培の55%を上回った。

また、普通耕栽培では、株直下の5~10cm部分での根量が17%と、浅耕栽培の9%に比べて多かつた(表-1)。

このように、小麦の根域は耕うんの浅深に大きく影響され、浅耕栽培における生育量の低下は、根域が狭いことが原因のひとつと考えられる。浅耕栽培では、前作稲わらの影響や施肥などの点で、普通耕栽培とは違う管理が必要と考えられた。

石灰窒素の施用で硝化が抑制される

作土の浅い浅耕栽培では、根域からの降雨などによる施肥窒素の溶脱の影響が普通耕栽培より大きいと考えられる。

そこで、硝化抑制効果があり、圃場での窒素肥効が長いとされる石灰窒素の利用を検討した。

まず、室内培養試験により温度別の稲わらの窒素有機化量と土壌窒素無機化量を調査した。

供試土壌は所内の灰色低地土水田の作土を用い、稲わら添加量は0、50mg/生土15g(無施用、普通耕条件)の2水準、窒素は石灰窒素と硫酸により、0.5mg/生土15gを添加した。これらを培養温度4段階(5,10,15,20℃)で畑培養し、窒素有機化量と無機化量を調査した。その結果、石灰窒素を添加した場合の土壌中のアンモニア態窒素は、耐C以上では4週間以内に消失したが、20℃では8週、5℃では16週目に消失し、いずれの温度でも、化成肥料に比べてアンモニア態窒素が土壌中に長く残存した。また、稲わらを添加しないほうが、アンモニア態窒素濃度は高く推移した(図-2)。

以上、窒素源として施用した石灰窒素と化成肥料は、土壌中の無機態窒素の推移には差がないが、アンモニア態窒素の消失過程には差があり、石灰窒素では硝化が抑制される傾向が認められた。

表1 浅耕及び普通耕における部位別根量と分布割合(嬉野圃場) 乾物g/ブロック、()内は合計根量に対する%

	浅耕 (耕深5cm)				普通耕 (耕深10cm)			
	東	中央	西	合計	東	中央	西	合計
0-5cm	2.74 (16)	5.70 (33)	3.42 (20)	11.86 (70)	1.70 (10)	5.28 (33)	1.89 (12)	8.87 (55)
5-10cm	0.95 (6)	1.51 (9)	1.28 (8)	3.74 (22)	1.39 (9)	2.69 (17)	1.29 (8)	5.37 (33)
10-15cm	0.50 (3)	0.68 (4)	0.25 (1)	1.43 (8)	0.52 (3)	0.85 (5)	0.60 (4)	1.97 (12)
合計	4.19 (25)	7.89 (46)	4.95 (29)	17.03 (100)	3.61 (22)	8.82 (54)	3.78 (23)	16.21 (100)

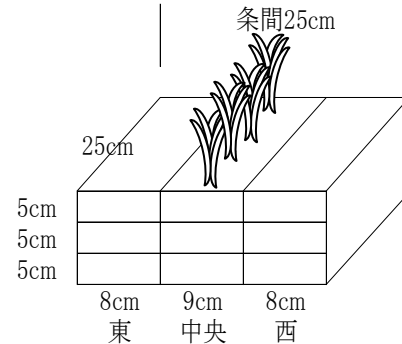


図-1 根量調査採土位置図

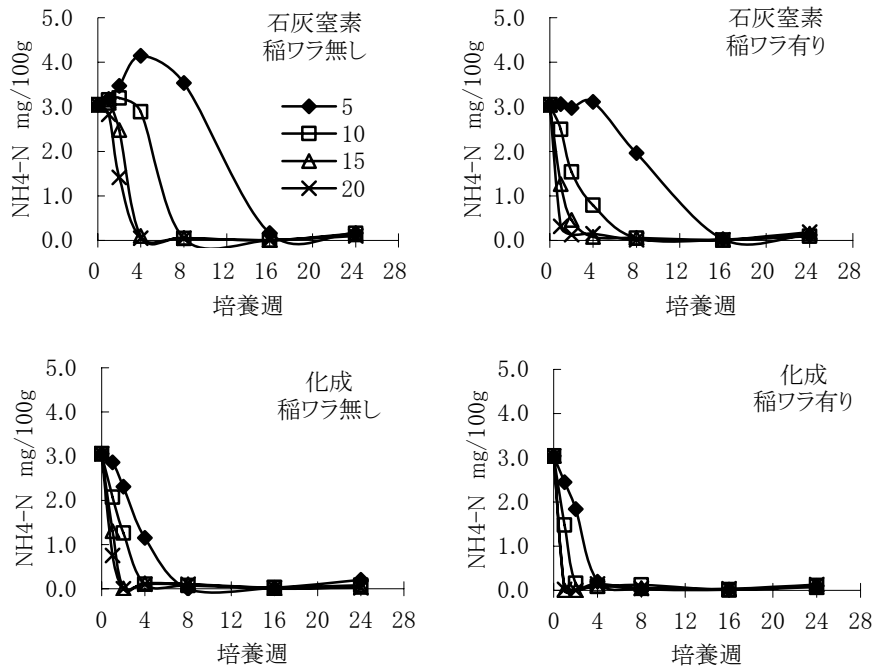


図-2 稲ワラの有無と石灰窒素および化成肥料添加時のアンモニア態窒素の推移

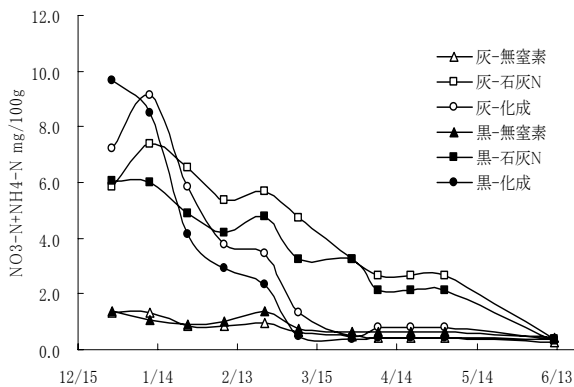


図-3 土壌中無機態窒素濃度の推移(小麦無植栽)



写真-1 肥料を土壌混和して枠内に充填

石灰窒素で窒素濃度を高く維持できた

室内培養試験の結果を受けて、窒素流出などの影響がある圃場条件での基肥窒素としての石灰窒素の肥効を調査した。小麦無植栽条件下で2種類の土壌(灰色低地土と黒ボク土)を用い、11月21日に窒素成分で11g/m²換算量の化成肥料と石灰窒素をそれぞれの土壌に混和し、10cmの深さで小麦栽培圃場の作土と入れ替え(写真-1)、経時的に土壌を採取して硝酸態窒素およびアンモニア態窒素濃度を測定した。その結果、年明け以降の土壌中の無機態窒素濃度は、石灰窒素区のほうが高く維持され、化成区では3月上旬以降、窒素濃度は1mg/100g以下となったが、石灰窒素区では5月上旬まで2mg/100g以上で維持された(図-3)。灰色低地土と黒ボク土での施肥窒素の無機化は、黒ボク土では硝化が早く進む傾向が認められ、化成肥料、石灰窒素とも、アンモニア態窒素濃度は、灰色低地土で黒ボク土よりも高く維持された(図-4)。

前作稲わらでも窒素の増施で好結果

浅耕栽培と普通耕栽培において、播種時の窒素増施の有無、稲わらの有無が小麦生育収量におよぼす影響を、場内の細粒灰色低地土圃場で「あやひかり」を用いて検討した(表-2)。

その結果、耕起条件の影響は、浅耕条件で初期生育(茎数、葉色)がすぐれる傾向にあるが、麦稈重および精麦重に差は認

められなかった。また、前作稲わらは、初期生育、麦稈重、精麦重、および窒素吸収量を低下させた(表-3)。播種時の窒素施用の影響は、初期生育(茎数、葉色)、麦稈重、精麦重、および窒素吸収量を増加させたが、化成と石灰窒素の効果は同等であった。耕起条件と窒素増施との間には麦稈重と窒素吸収量について有意な交互作用が認められ、窒素無増施条件では浅耕栽培で麦稈重と窒素吸収量は低下したが、窒素増施条件では増加した(表-3)。稲わらをすき込み、窒素増施を行わない慣行条件の場合、浅耕栽培では普通耕栽培に比べて麦稈重と精麦重は低下する傾向にあるが、窒素増施を行うことで、稲わらへの影響を軽減でき、普通耕栽培と同等以上の麦稈重と精麦重が得られた(図-5)。以上、稲わらが還元され、窒素増施を行わない通常の栽培条件では、浅耕栽培は普通耕栽培に比べて小麦の生育量を抑制する傾向にあるが、0.4kg/a程度の窒素増地を行うことで、普通耕栽培と同等以上の生育量と収量を確保できると考えられた。

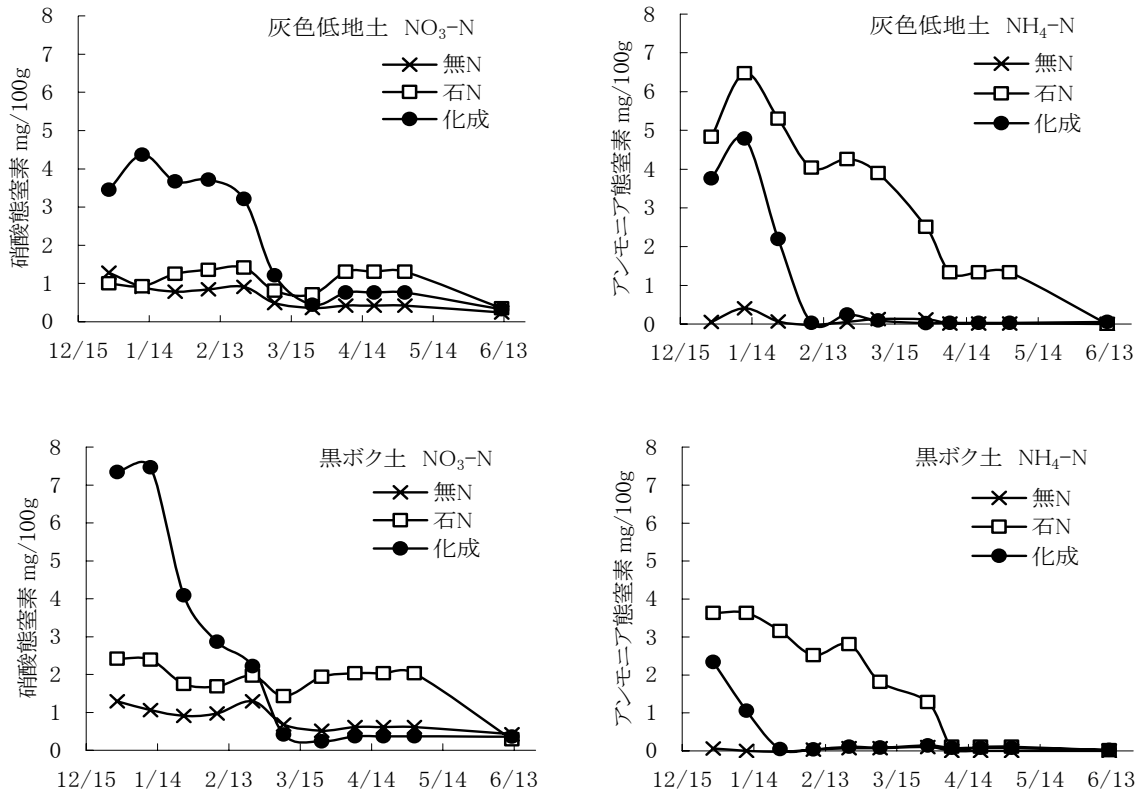


図-4 土壌種類別化成と石灰窒素の土壌中無機態窒素濃度の推移(小麦無植栽)

表-2 処理区

要因	水準		
耕起方法	①浅耕(耕深7cm)	②普通耕(耕深15cm)	
稲わら有無	①稲わら有	②稲わら無	
窒素増施	①化成肥料NO.4kg/a(硫安)	②窒素増施無	③石灰窒素NO.4kg/a

表-3 耕起方法、稲わらの有無、窒素増施処理が小麦初期生育、収量、品質におよぼす影響

耕起方法	稲わら有無	窒素増施	苗立数(本/m)	生育調査(1/10)		稈長(cm)	麦稈重(kg/a)	精麦重(kg/a)	タンパク(%)	タンパク収量(kg/a)	窒素吸収量(kg/a)
				葉色	茎数(本/m)						
普通	無	化成	40	42.1	167	90.7	65.1	60.2	8.3	5.0	1.0
		無	42	41.2	173	86.7	55.2	50.0	8.2	4.1	0.9
		石灰窒素	37	43.9	179	94.7	67.3	59.5	8.3	4.9	1.1
	有	化成	39	41.7	143	89.3	49.0	47.0	8.0	3.8	0.8
		無	40	36.3	127	76.2	40.2	40.4	8.3	3.4	0.7
		石灰窒素	42	42.0	164	85.5	45.5	45.8	8.2	3.7	0.8
浅耕	無	化成	46	43.1	193	90.1	66.3	56.2	7.8	4.4	1.0
		無	44	41.0	167	83.0	48.1	42.9	7.9	3.4	0.7
		石灰窒素	41	44.8	207	96.6	74.6	64.3	8.2	5.3	1.1
	有	化成	45	40.2	174	88.2	55.6	50.6	8.2	4.1	0.9
		無	45	35.9	134	73.4	32.0	32.9	8.0	2.6	0.6
		石灰窒素	45	40.9	183	87.3	52.5	51.4	8.2	4.2	0.9
主効果	耕起条件A	普通	40.0	41.2	159	87.2	53.7	50.5	8.2	4.1	0.9
		浅耕	44.3	41.0	176	86.4	54.8	49.7	8.0	4.0	0.9
		*	ns	*	+	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	稲わら有無B	有	42.7	39.5	154	83.3	45.8	44.7	8.1	3.6	0.8
		無	41.7	42.7	181	90.3	62.7	55.5	8.1	4.5	1.0
		ns	*	*	**	**	*	ns	*	**	
	窒素施用C	化成	42.5	41.8 a	169 ab	89.6 a	59.0 a	53.5 a	8.1	4.3 a	0.9 a
		無	42.8	38.6 b	150 b	79.8 b	43.9 b	41.6 b	8.1	3.4 b	0.7 b
		石灰窒素	41.3	42.9 a	183 a	91.0 a	60.0 a	55.3 a	8.2	4.5 a	1.0 a
ns	*	*	**	**	*	ns	*	**			
交互作用	普通	有	40.3	40.0	145	83.7	44.9	44.4	8.1	3.6	0.8
		無	39.7	42.4	173	90.7	62.5	56.6	8.3	4.7	1.0
	浅耕	有	45.0	39.0	164	83.0	46.7	45.0	8.1	3.7	0.8
		無	43.7	43.0	189	89.9	63.0	54.5	8.0	4.3	0.9
	AB	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		普通	化成	39.5	41.9	155	90.0	57.0	53.6	8.1	4.4
	無		41.0	38.8	150	81.5	47.7	45.2	8.3	3.7	0.8
	石灰窒素		39.5	43.0	172	90.1	56.4	52.7	8.2	4.3	0.9
	浅耕	化成	45.5	41.7	184	89.2	60.9	53.4	8.0	4.3	0.9
		無	44.5	38.5	151	78.2	40.0	37.9	8.0	3.0	0.6
		石灰窒素	43.0	42.9	195	92.0	63.5	57.9	8.2	4.7	1.0
	AC	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	*
有		化成	42.0	41.0	159	88.8	52.3	48.8	8.1	3.9	0.8
	無	42.5	36.1	131	74.8	36.1	36.7	8.2	3.0	0.6	
	石灰窒素	43.5	41.5	174	86.4	49.0	48.6	8.2	4.0	0.8	
無	化成	43.0	42.6	180	90.4	65.7	58.2	8.1	4.7	1.0	
	無	43.0	41.1	170	84.9	51.6	46.5	8.0	3.7	0.8	
	石灰窒素	39.0	44.4	193	95.7	70.9	61.9	8.2	5.1	1.1	
	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

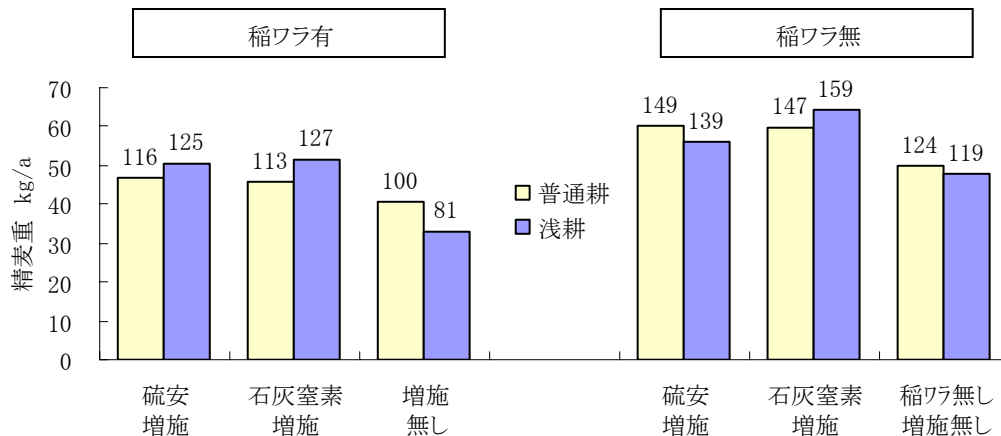
**1%、*5%水準で有意差あり 土壤条件:灰色低地土 小麦品種:あやひかり

播種直前耕起時の増施窒素量0.4kg/a 基肥(化成)窒素量:0.65kg/a

追肥(硫安)窒素量:0.2kg/a×2回

稲わらすき込み・増施分窒素施肥:11/8 耕起・基肥施肥・播種:11/8

追肥 ①:1/25 追肥②:3/7 収穫:6/4



図一5 播種直前稲わらすき込み時の窒素増施が精麦重におよぼす影響
(数字は普通耕・増施無を100とする指数、栽培条件は表一1と同じ)

窒素無機化や硝化を考慮した施肥体系を

室内培養試験において、石灰窒素は硝化を抑制する傾向が認められた。実際の圃場を想定した場合、稲わらのない条件では、化成肥料は硝化が早く進み、降雨による窒素流亡が起こりやすいと考えられるが、石灰窒素は土壌中での残存量が多くなると考えられた。

また、小麦無植栽圃場における石灰窒素の肥効は、化成肥料に比べて長く維持され、5月上旬まで土壌中に無機態窒素が認められた。これらのことから、小麦栽培の基肥としての石灰窒素利用は、硝化抑制効果による作土からの窒素流亡量を減少させ、基肥窒素利用率の向上が期待できる。

一方、稲わら還元条件では、基肥窒素の稲わらへの取り込みが起こり、小麦の生育は抑制され、とくに、浅耕栽培では、根域での稲わらの混和割合が高いため、その影響は大きく現れる。

これを回避するための播種時の窒素増施は、石灰窒素でも化成でも同等の効果であったが、透水性の大きな砂質圃場などでは、降雨などによる窒素溶脱が懸念されるので、石灰窒素のほうが有利と考えられる。

圃場栽培試験は、安全のため未風化の稲わらがすき込まれた場合の最大取込量を想定して、0.4kg/aの窒素増施試験を行った。

しかし、水稲収穫後すき込みまでに稲わらが風化すると、窒素取込量は小さくなるのが推定されるので、増施すべき窒素量は小さくできる可能性が高い。また、圃場放置の稲わらは、小麦播種までの天候により、窒素取込量に差が出ると考えられるとともに、小麦播種時期の地温により、稲わらの窒素取込時期が異なる可能性がある。

灰色低地土と黒ボク土では、施肥窒素の無機化に差が認められ、黒ボク土のほうが硝酸化成が早く進む傾向が認められた。今後、このような土壌の種類による窒素無機化や硝化を考慮し、施肥体系を構築していく必要があると考えられた。